

## INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 28 November 2000 (28.11.00)	
International application No. PCT/DE99/03377	Applicant's or agent's file reference GR 99P1665P
International filing date (day/month/year) 21 October 1999 (21.10.99)	Priority date (day/month/year) 19 April 1999 (19.04.99)
Applicant BOESNECKER, Robert	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
08 November 2000 (08.11.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Diana Nissen Telephone No.: (41-22) 338.83.38
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

10/030870

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 09 AUG 2001  
PCT


Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P01665WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03377	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/10/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 19/04/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04R7/04		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  08/11/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.08.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Ernst, C  Tel. Nr. +49 89 2399 8958



**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

5	ursprüngliche Fassung	
1,2,2a-2c,3,4, 6-10	mit Telefax vom	13/07/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-8	mit Telefax vom	13/07/2001
-----	-----------------	------------

**Zeichnungen, Blätter:**

1/1	ursprüngliche Fassung
-----	-----------------------

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen

Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**Punkt V**

**Anspruch 1**

Anspruch 1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers. Aus dem Stand der Technik wie z.B. D1 ist zwar bereits bekannt, daß die Frequenzkurve gemessen und ihrer inversen Frequenzkurve ermittelt wird, daß anschließend die inverse Frequenzkurve in einer Filtereinrichtung gespeist wird, um die nicht linearen Verzerrungen zu kompensieren.

Im Stand der Technik gemäß z.B. D1 wird jedoch diese Technik nur in Verbindung mit Hohlraumresonatoren oder Lautsprecher gebracht, wobei die flache Lautsprecherbox aus einer Rückwand mit Seitenstreifen besteht, über die eine Membrane gespannt ist. Beim beanspruchten Verfahren handelt es sich um einen Flächenlautsprecher, bei dem mindestens eine Schwingspule auf eine plattenförmige Fläche mit vorbestimmten Materialeigenschaften aufgebracht ist, über die durch eine Schallquelle elektrisch angeregte Schwingspule zum Schwingen angeregt Schall abgestrahlt wird. Bei dieser Art von Lautsprecher bildet sich eine stehende Welle über der plattenförmigen Fläche aus, die durch die Materialeigenschaften -Gestalt, Abmessungen, und Material- der Platte charakterisiert ist.

Beim aus dem Recherchen Bericht bekannten Stand der Technik gibt es kein Hinweis auf eine mögliche oder hypothetische Anwendung für Flächenlautsprecher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Daher ist es für den einschlägigen Fachmann nicht naheliegend, die Kompensationstechnik von Volumensystemen auf Flächensysteme zu übertragen. Somit erfüllt der Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

**Ansprüche 2 und 3**

Diese abhängigen Ansprüche offenbaren weitere Schritte des Verfahrens gemäß dem Anspruch 1. Somit erfüllen sie in Kombination mit dem Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

**Anspruch 4**

Die Feststellungen gegenüber dem Verfahrensanspruch 1 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 5.

Somit erfüllt der Anspruch 5 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

**Ansprüche 6 - 8**

Diese abhängigen Ansprüche offenbaren weitere Merkmale der Vorrichtung gemäß dem Anspruch 5. Somit erfüllen sie in Kombination mit dem Anspruch 5 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

## Beschreibung

### Flächenlautsprecher und Verfahren zu dessen Betrieb

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Flächenlautsprecher gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 4 sowie auf ein Verfahren zu dessen Betrieb gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.
- 10 Flächenlautsprecher der genannten Gattung sind als solche seit langem, beispielsweise bereits aus DE-Patent 484 872 bekannt. Bei einem Flächenlautsprecher wird eine nach dem elektro-
- 15 elektrodynamischen Prinzip funktionierende Schwingspule eingesetzt, die unmittelbar auf eine Fläche - an sich zunächst beliebiger Größe und Dicke und aus einem gewählten Material bestehend - gesetzt und dort mechanisch fixiert ist. Wird die
- 20 Schwingspule von einem Schallgeber elektrisch angeregt, so werden ihre Schwingungen auf die als Membran wirkende Fläche übertragen und damit diese selbst als schallabstrahlende Fläche benutzt. Für einen elektroakustischen Wandler dieser Gat-
- 25 tung wären an sich eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten gegeben. Wenn er sich bis heute, abgesehen von wenigen Ausnahmen, dennoch nicht in größerem Umfang durchgesetzt hat, ist das auf seine elektroakustischen Eigenschaften, insbesondere seine Übertragungsfunktion zurückzuführen.

- Funktionsbestimmend ist vor allem die schallabstrahlende Fläche mit ihren mechanischen Eigenschaften. Diese Fläche kann
- 30 nur dann Töne oder Klänge übertragen, sofern sie mechanisch schwingt. Abgesehen von der Einspannung, d. h. der mechanischen Lagerung und dem Ort der Fixierung der Schwingspule auf ihr, ist eine vorzugsweise zu Biegeschwingungen angeregte
- 35 plattenförmige Fläche in ihrem Schwingungsverhalten an sich bereits ein relativ komplexes Gebilde. Während man es bei einem handelsüblichen Lautsprecher nach dem elektrodynamischen Prinzip, wenn auch da nur mit Kompromissen, noch weitgehend in der Hand hat, die schallabstrahlende Membran im Hinblick

auf ihre akustischen Eigenschaften zu optimieren, ist dies beim Flächenlautsprecher nicht ohne weiteres möglich. Illustriert sei diese Problematik an einem Beispiel: Soll die Glasfläche eines Schaufensters, auf die eine Schwingspule aufgesetzt ist, als Flächenlautsprecher eingesetzt werden, so liegen Material, Form und Abmessungen der schallabstrahlenden Fläche, auch ihre Einspannung im wesentlichen fest. Der Frequenzgang des Flächenlautsprechers in diesem Beispiel ist damit im wesentlichen vorbestimmt. Typischerweise bedingen die Eigenresonanzen der zur Schallabstrahlung ausgenutzten Fläche bei diesem Material und den Abmessungen des Schaufensters einen Frequenzgang, der - vereinfacht - durch eine überhöhte Wiedergabe im Bereich tiefer Töne und ferner durch eine Klirrneigung zu beschreiben ist, die auf den Einfluss von noch im Hörbereich liegenden Eigenresonanzen höherer Ordnung zurückzuführen ist. Entsprechende charakteristische Nichtlinearitäten treten auch bei anderen Materialien, wie Holz- oder Kunststoffstoffen auf.

Aus der GB 2 265 519 A ist ein flacher Lautsprecher mit eingebauter Schallwand bekannt, der Nichtlinearitäten in der Übertragung aufgrund des internen Luftdruckes und des Magnetfeldes im Wandler aufweist. Den Nichtlinearitäten wird Rechnung getragen durch digitale elektronische Kompensation; eine Leistungsverstärkung ist im Lautsprecher enthalten. Dies gestattet es, den Lautsprecher viel dünner auszugestalten als es sonst möglich wäre. Die Antriebskräfte werden auf einen wesentlichen Teil einer Membran ausgeübt, um Modalverzerrungen bei niedrigen und mittleren Frequenzen zu vermeiden, die in der Schall-emittierenden Fläche stattfinden. Der Lautsprecher ist geeignet zur Wandmontage bei minimalem Hineinragen in den Raum.

In der GB 2 289 185 A ist ein akustisches Wiedergabegerät offenbart, zum Verstärken der Leistung eines Audiosignals, wel-



2a

ches durch ein nicht-rekursives digitales Filter modifiziert wurde, und welches den Schall über einen Lautsprecher ausstrahlt. Das Wiedergabegerät weist einen hornförmigen Schalltrichter am Lautsprecher sowie Mittel zur Signalverarbeitung der Audiosignale auf, die ein nicht-rekursives digitales Filter umfassen. Auf der Öffnung des Lautsprecherhorns kann ein akustischer Widerstand aufgesetzt sein. Das Filter zeigt eine zur Übertragungscharakteristik des Lautsprecherhorns, inklusive des akustischen Widerstandes, inverse Charakteristik.

10 Ferner kann das Wiedergabegerät einen linearen Phasenentzerter zum Modulieren der Amplitudencharakteristik des Audiosignals aufweisen. Das digitale Filter der Signalverarbeitungsmittel kann als digitales FIR (finite impulse response)-Filter ausgebildet sein.

15

Die EP 0 168 078 A1 zeigt eine Anordnung zum Umwandeln eines elektrischen Signals in ein akustisches Signal oder umgekehrt, welche einen elektroakustischen Wandler und Mittel zum Reduzieren der Verzerrungen im Ausgangssignal der Anordnung aufweist. Die Mittel umfassen ein nicht-lineares Netzwerk, welches mindestens zwei parallele Schaltkreiszweige hat, von denen wenigstens einer die nicht-linearen Verzerrungskomponenten zweiter oder höherer Ordnung kompensiert.

20

25

Aus der US 4,675,835 ist ein Gerät zum Kompensieren von Wiedergabefehlern in einem elektroakustischen Wandler, wie z.B. ein Lautsprecher oder ein Mikrofon, mittels einer Computerschaltung bekannt. In einem digitalen Computerschaltkreis werden die elektrischen Eingangssignale umgewandelt in gemäß den inhärenten Eigenschaften des Wandlers veränderte Ausgangssignale und mit Hilfe eines Programms in einem Speicher abgelegt. Das Programm ist gleichermaßen abgespeichert. Bei Verwendung analoger Computerschaltkreise wird die komplexe

30

2b

inhärente Wiedergabe des Wandlers in Bezug auf die Amplitu-  
den/Frequenz-Übertragung und die Phasen/Frequenz-Übertragung  
mathematisch approximiert in einer geschlossenen inversen  
Form und die resultierende Funktion wird simuliert mittels  
5 Integrier-, Summier-, Invertier- und Einstellgliedern.

In der EP 0 567 061 A1 ist ein Verfahren und ein System zum  
Übertragen von Audiofrequenzen in einem Schallwiedergabesys-  
tem veröffentlicht, welches mindestens einen in einem Gehäuse  
10 montierten Lautsprecher aufweist, und in welchem die Fre-  
quenzübertragung des Lautsprechers mittels eines Filters ent-  
zerzt wird. Vor dem Einspeisen eines Signals in einem Breit-  
band-Einweg-Lautsprecher, welcher Frequenzen über den im we-  
sentlichen ganzen Hörbereich wiedergibt, wobei der genannte  
15 Lautsprecher Audiosignale ausgibt, wird die Frequenzübertra-  
gung des in seinem Gehäuse montierten Lautsprechers mittels  
eines Filters entzerzt, bei dem es sich um ein ebenfalls den  
gesamten Hörbereich abdeckendes Breitband-Filter handelt. Mit  
dem Filter wird im gewünschten Durchlassbereich des Lautspre-  
20 chersystems, welches aus dem genannten, in seinem Gehäuse  
montierten Lautsprecher besteht, eine angenäherte inverse Ü-  
bertragung implementiert, wobei die inverse Übertragung gemäß  
einer gemessenen Frequenzübertragung des Lautsprechersystems  
gebildet wird. Wunschgemäß kann die gemessene Frequenzüber-  
25 tragung in der Frequenzdomäne gemittelt werden, und die in-  
verse Übertragung wird dann aus der gemittelten Frequenzüber-  
tragung gebildet.

Wie z. B. aus US-A-3 728 497, auch US-A-3 636 281 oder  
30 US-A-3 449 531 bekannt, wurden Anstrengungen unternommen, die  
bekannten Nachteile des Flächenlautsprechers mittels kon-  
struktiver Maßnahmen zu beheben. Gewisse Verbesserungen konn-  
ten auf diese Weise erreicht werden, eine grundsätzliche Lö-

2c

sung, die dem Flächenlautsprecher ein breites Anwendungsspektrum erschlossen hätte, haben die bisher unternommenen Versuche aber noch nicht erbracht.

- 5 Der Erfindung liegt daher eine erste Teilaufgabe zugrunde, mit einem Verfahren der eingangs genannten Art einen Weg anzugeben, mit dem die Nichtlinearitäten im Frequenzgang der Flächenlautsprecher wenigstens soweit zu beherrschen sind, dass sein Klangspektrum für den jeweiligen Anwendungsfall
- 10 ausreichend natürlich wirkt.

Eine zweite Teilaufgabe besteht darin, unter Verwendung eines derartigen Verfahrens einen Flächenlautsprecher der eingangs

5 genannten Art zu schaffen, dessen elektroakustische Eigenschaften - je nach Anwendungsfall - so optimiert sind, dass damit im einzelnen Anwendungsfall vorgegebene Anforderungen an die Güte einer damit ausgeführten Beschallung erfüllt werden,

10 Bei einem gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers wird die erste Teilaufgabe durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 beschriebenen Merkmale gelöst.

15 Bei einem Flächenlautsprecher der eingangs genannten Art wird die zweite Teilaufgabe durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 4 beschriebenen Merkmale gelöst.

20 In der Elektroakustik ist man sich bei der Entwicklung optimierter elektroakustischer Wandler seit langem bewusst, dass die Einflussgrößen, die die Übertragungsgüte eines elektroakustischen Wandlers bestimmen, in ihrer Wirkung einander häufig konträr entgegenstehen. Eine konstruktiv-mechanische Lösung, bei der alle diese Einflussgrößen in gleicher Weise optimiert sind, ist also nicht möglich und jeder elektroakustische Wandler ist, systematisch bedingt, immer eine Kompromisslösung. Die bekannte Lautsprecherbox mit einer Mehrzahl  
25 einzelner, individuell gestalteter Lautsprecher ist dafür ein treffendes Beispiel. Die erfindungsgemäßen Lösungen der beiden Teilaufgaben beruhen auf der gemeinsamen Überlegung, dass derartige durch konstruktive Maßnahmen gekennzeichnete Kompromisse bei einem Flächenlautsprecher noch viel weniger zu  
30 einem befriedigenden Ergebnis führen. Ein Flächenlautsprecher ist eben nicht wie eine Lautsprecherbox aus einzelnen, individuell gestalteten Lautsprechereinheiten zusammenzusetzen. Dass Lösungsansätze, die mittels konstruktiver Maßnahmen den Flächenlautsprecher zu verbessern versuchten, nicht zu einem  
35 befriedigenden Ergebnis geführt haben, hat seine bisherige Entwicklung gezeigt.

- Die Erfindung löst sich von konventionellen Überlegungen des Elektroakustikers und geht einen anderen Weg. Die elektroakustischen Eigenschaften des Flächenlautsprechers sind durch die Summe der Eigenschaften der verwendeten Schwingspule(n) und der mechanischen Eigenschaften der eingesetzten schallabstrahlenden Fläche festgelegt. Für jede so bestimmte Anordnung eines Flächenlautsprechers ist damit seine elektroakustische Übertragungsfunktion in Form seines Frequenzganges - von Toleranzen abgesehen - festgelegt. Ist die entsprechende Frequenzkurve durch Messung ermittelt, so kann man mit einer in der Betriebsanordnung des Flächenlautsprechers zwischen der Schallquelle und dem vor der Schwingspule bzw. den Schwingspulen liegenden Verstärker angeordneten Filtereinrichtung dann den Frequenzgang des Flächenlautsprechers kompensieren und damit linearisieren, sofern die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung zu der entsprechenden Funktion der Kombination aus Schwingspule(n) und schallabstrahlender Fläche im wesentlichen invers ist.
- Gemäß Weiterbildungen der Erfindung wird die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung durch digitale Filter, insbesondere durch FIR( Finite Impulse Response)- Filter nachgebildet, deren Filterkoeffizienten aus der inversen Frequenzkurve des Flächenlautsprechers abgeleitet sind.
- Vorzugsweise besitzt die Filtereinrichtung als Eingangsglied ein Abtast-/Halteglied, das über einen Analog-Digital-Umsetzer an das digitale Filter angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem Digital-Analog-Umsetzer verbunden ist.
- Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist die Filtereinrichtung mit einem digitalen Signalprozessor ausgestattet.
- Digitale Signalprozessoren werden heute in großem Umfang eingesetzt und sind aufgrund der Fortschritte in der Entwicklung von integrierten Schaltkreisen auch für relativ recheninten-

In Figur 1 ist schematisch ein Flächenlautsprecher 1 dargestellt, der eine plattenförmig ausgebildete, schallabstrahlende Fläche 2 besitzt, auf der beispielhaft zwei Schwingspulen 3 bzw. 4 angeordnet sind. Die Schwingspulen 3 bzw. 4 sind auf der schallabstrahlenden Fläche 2 so mechanisch fixiert, dass sie im elektrisch angeregten Zustand ihre dabei auftretenden mechanischen Schwingungen auf die schallabstrahlende Fläche 2 übertragen, damit diese selbst zum Schwingen und so zur Schallabstrahlung angeregt wird. In einer funktionsfähigen Betriebsschaltung sind die Schwingspulen 3, 4 parallel an die Ausgänge eines Verstärkers 5 angeschlossen, dessen Eingang im normalen Betriebsfall an eine in Figur 1 nicht dargestellte Schallquelle angekoppelt ist.

Für einen Fachmann der technischen Akustik ist unmittelbar einleuchtend, dass unter anderem die Eigenschaften der schallabstrahlenden Fläche 2, ihre Form, die Größe ihrer Fläche, ihre Dicke und vor allem auch ihre mechanischen Eigenschaften, aber auch die Ausgestaltung der Schwingspule(n) 3, 4 sowie deren lokale Anordnung auf der schallabstrahlenden Fläche 2 die akustischen Eigenschaften des Flächenlautsprechers 1 bestimmen. Da z. B. völlig unterschiedliche Materialien für die schallabstrahlende Fläche 2 verwendet werden können, ergibt sich bereits aus der Materialauswahl eine Schwierigkeit. Denn davon hängt es ab, ob der Flächenlautsprecher 1, wie im Falle von Holzwerkstoffen, insbesondere im höheren Frequenzbereich oder andererseits wie beispielsweise bei Glas, auch Kunststoffen im niederfrequenten Bereich eine große Dämpfung aufweist, im letzteren Fall hohe Frequenzanteile überhöht wiedergibt und damit zum Klirren neigt. Wegen dieser Problematik haben sich Flächenlautsprecher, obwohl die Prinzipien dafür längst bekannt sind, in einer Vielzahl von an sich möglichen Anwendungsfällen bisher nicht durchgesetzt, weil andere elektroakustische Wandler bekannt sind, deren Frequenzgang einfacher korrigierbar ist.

PCT/DE99/03377

7

In Figur 1 ist, zur Lösung dieses Problems, nun weiterhin eine Messanordnung dargestellt, mit der der Flächenlautsprecher 1 in seinen Übertragungseigenschaften akustisch analysiert wird. Um den Frequenzgang des Messobjektes, d. h. also eines bestimmten Typs des Flächenlautsprechers 1 zu bestimmen, ist ein Frequenzanalysator 6 vorgesehen, der bei durchstimmbarer Frequenz mit vorbestimmtem Pegel ein definiertes elektrisches Messsignal an den Verstärker 5 abgibt und über die Schwing-  
spulen 3, 4 den Flächenlautsprecher 1 zur Schallabstrahlung anregt. In einem definierten Abstand von dem Flächenlautsprecher 1, vorzugsweise längs seiner Mittelachse, ist ein Messmikrophon 7 angeordnet, das mit dem Eingang des Frequenzanalysators 6 verbunden ist.

Mit dieser Messanordnung, die vorzugsweise in einem schalltoten Raum aufgebaut wird, um die Schallausbreitung im freien Feld unter Messbedingungen möglichst exakt nachzubilden, wird der Frequenzgang des Messobjektes bestimmt. Wie vorstehend angedeutet, ist dieser Frequenzgang beim Flächenlautsprecher 1 durch objekttypische Nichtlinearitäten bestimmt, weshalb er zumindestens für jeden Objekttyp individuell gemessen werden muss. Damit ist für den Flächenlautsprecher 1 ein wesentliches Maß für seine elektroakustischen Übertragungseigenschaften gewonnen. Um die Nichtlinearitäten des Frequenzganges zu kompensieren, wird zu der so gewonnen Frequenzkurve deren inverse Funktion gebildet.

In Figur 2 ist schematisch anhand einer Betriebsschaltung für den Flächenlautsprecher 1 dargestellt, wie das beschriebene Messergebnis benutzt wird, um die Übertragungseigenschaften des speziellen elektroakustischen Wandlers zu entzerren. In Figur 2 ist die Schallquelle beispielhaft durch ein Magnetbandgerät 7 illustriert. Dessen Ausgang ist mit dem Verstärker 5 des Flächenlautsprechers 1 über eine Filtereinrichtung 8 verbunden. In der Filtereinrichtung 8 ist, wie in Figur 2 schematisch angedeutet ist, eine Übertragungsfunktion implementiert, die zu der für diesen Typ des Flächenlautsprechers

1 gemessenen, charakteristischen Frequenzkurve im wesentli-  
chen invers ist. Der Verlauf der Übertragungsfunktion der  
Filtereinrichtung 8 ist der inversen Frequenzkurve des Flä-  
chenlautsprechers 1 um so mehr anzunähern, je höhere Anforde-  
5 rungen an die resultierende Übertragungsgüte des Flächenlaut-  
sprechers 1 im jeweiligen Anwendungsfall gestellt werden. In  
der Filtereinrichtung 8 werden die von dem Magnetbandgerät 8  
zugeführten elektrischen Tonsignale in einer Weise vorver-  
zerzt, die dem Frequenzgang des Flächenlautsprechers 1 gerade  
10 entgegengesetzt ist. Dieses vorverzerzte Tonsignal wird über  
den Verstärker 5 den Schwingspulen 3, 4 des Flächenlautspre-  
chers 1 zugeführt. Bei der Umwandlung im Flächenlautsprecher  
1 in akustische Signale wird es aufgrund von dessen Übertra-  
gungsfunktion wieder entzerzt. Der resultierende Frequenzgang  
15 des Flächenlautsprechers 1 wird um so besser linearisiert, je  
genauer die Annäherung der Übertragungsfunktion der Filter-  
einrichtung 8 an die inverse Frequenzkurve des Flächenlaut-  
sprechers 1 ist.

20 Bekanntlich können elektrische Filter auch aus diskreten Ele-  
menten aufgebaut werden, komplexe Übertragungsfunktionen für  
ein Bandfilter im Hörbereich, wie sie in diesem Verwendungs-  
bereich in Verbindung mit Flächenlautsprechern 1 auftreten,  
sind mit diskreten Bauelementen jedoch nur mit Aufwand und  
25 auch dann nur in erster Näherung zu realisieren. Realisierun-  
gen der Filtereinrichtung 8 mit diskreten Bauelementen eignen  
sich in Verbindung mit einem Flächenlautsprecher 1 deshalb  
nur dann, wenn im Einzelfall an dessen Übertragungsgüte nur  
beschränkte Anforderungen gestellt werden.

30 In Figur 3 ist daher eine weitere Ausführungsform für die Be-  
triebsschaltung eines Flächenlautsprechers 1 dargestellt, mit  
der sich sogar HiFi (High Fidelity) - Anforderungen erfüllen  
lassen. Die Ausführungsform nach Figur 3 unterscheidet sich  
35 von der Ausführungsform nach Figur 2 in der weiteren Ausges-  
taltung der Filtereinrichtung 8. In Figur 3 ist die Filter-  
einrichtung 8 als digitales Filter dargestellt. Seine an



das wieder als Beispiel für eine Schallquelle angegebene Magnetbandgerät 7 angeschlossene Eingangsschaltung ist als Abtast-/Halteglied 9 - häufig auch als „Sample and Hold“ - Schaltung bezeichnet - ausgebildet. Damit wird das vom Magnetbandgerät 8 als analoges Signal zugeführte elektrische Tonsignal nach einem vorgegebenen Abtasttheorem abgetastet, der jeweils abgetastete Momentanwert zwischengespeichert und einem daran angeschlossenen Analog-Digital-Umsetzer 10 zugeführt, der die aufeinanderfolgenden Momentanwerte in binär ausgedrückte Digitalsignale umsetzt. In dieser Form werden die Signale einem digitalen Signalprozessor 11 zugeführt. Ausgangsseitig ist der digitale Signalprozessor 11 an einen Digital-Analog-Umsetzer 12 angeschlossen, mit dem sein binäres Ausgangssignal wieder in ein analoges elektrisches Signal umgesetzt wird, das über den Verstärker 5 dem Flächenlautsprecher 1 zugeführt wird.

Diese Ausgestaltung der Filtereinrichtung 8 nutzt mit Vorteil die Fortschritte in der Entwicklung der digitalen Signalverarbeitung. Die Halbleiterindustrie bietet dem Anwender heute leistungsfähige, in weitem Umfang bereits eingesetzte Signalprozessoren auch für „real-time“-Anwendungen. Einsatzmöglichkeiten digitaler Signalprozessoren sowie Ausgestaltungen durch entsprechende Programme können deshalb hier als bekannt vorausgesetzt werden. In der schematischen Darstellung von Figur 3 ist deshalb der Schaltungsaufbau des digitalen Signalprozessors nicht im einzelnen angegeben. Üblicherweise besitzt ein Signalprozessor neben einem Mikrokontroller, der eigentlichen Steuereinheit, einen Programm-, einen Daten- und einen Ein-/Ausgabespeicher, die untereinander über ein Bussystem mit parallelen Adress-, Steuer- und Datenleitungen verbunden sind. Die Möglichkeit, in dem Programmspeicher ein bestimmtes, auf den jeweiligen Anwendungsfall bezogenes Programm abzulegen, ertüchtigt den digitalen Signalprozessor zu einer universell einsetzbaren elektronischen Schaltung, der im vorliegenden Anwendungsbereich dazu eingesetzt wird, die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 nachzubilden.

Von Vorteil ist es dabei, das bzw. die Filter in Form von FIR (Finite Impulse Response)-Filtern zu implementieren, mit denen sich in bekannter Weise auch komplexe Übertragungsfunktionen bei „real-time“-Anforderungen realisieren lassen. Werden im einzelnen Anwendungsfall an die Übertragungsgüte des Flächenlautsprechers 1 sehr hohe Anforderungen, etwa HiFi-Qualität gestellt, so kann es wegen der erforderlichen Signalverarbeitung unter Echtzeit-Bedingungen notwendig werden, diese Signalverarbeitung im Parallelbetrieb mehrerer Signalprozessoren vorzunehmen, ohne dabei den prinzipiellen Lösungsansatz zu verlassen.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eröffnen dem Flächenlautsprecher ein breites Anwendungsspektrum. Die freie Programmierbarkeit des digitalen Signalprozessors 11 lässt es zu, den Aufwand für die Messung des Frequenzganges des jeweiligen Typs des Flächenlautsprechers 1 und die Umsetzung der gemessenen Frequenzkurve in eine dazu mehr oder minder angenäherte inverse Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 im Hinblick auf den jeweiligen Anwendungsfall zu optimieren. Es lassen sich kleindimensionale, aber auch großformatige Flächenlautsprecher realisieren. Da die Materialauswahl bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Flächenlautsprecher bei weitem nicht mehr der konventionellen Beschränkung unterliegt, lassen sich beispielsweise auch Materialien mit einem sehr niedrigen spezifischen Gewicht für die schallabstrahlende Fläche auswählen. Insbesondere bei mobilen Anwendungen, bei denen Transportmöglichkeiten eine durchaus wesentliche Rolle spielen, ist es von großem Vorteil, einen leichten Flächenlautsprecher bestehend aus Polyurethanschaum statt einer voluminösen konventionellen Lautsprecherbox mit hohem Gewicht zu bewegen. Erfindungsgemäße Flächenlautsprecher können daher sowohl zu gewerblichen Zwecken, wie öffentlichen Beschallungseinrichtungen, auch Werbeflächen wie im persönlichen Bereich als hochwertige, dabei sehr flache Lautsprechereinrichtungen, die beispielsweise in Möbel integriert sind, eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers (1), bei dem mindestens eine Schwingspule (3, 4) auf eine plattenförmige Fläche (2) mit vorbestimmten Materialeigenschaften aufgebracht ist, über die durch eine Schallquelle (7) elektrisch angeregte(n) Schwingspule(n) (3, 4) zum Schwingen angeregt Schall abgestrahlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der akustische Frequenzgang dieses Flächenlautsprechers (1) gemessen und seine Frequenzkurve ermittelt wird, dass für diese Frequenzkurve die dazu inverse Frequenzkurve ermittelt wird, dass diese inverse Frequenzkurve in einer Filtereinrichtung (8) als deren Übertragungsfunktion nachgebildet wird und dass mittels der im Betriebszustand zwischen die Schallquelle (7) und den Flächenlautsprecher (1) geschalteten Filtereinrichtung (8) aufgrund deren Übertragungsfunktion der Frequenzgang des Flächenlautsprechers kompensiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung (8) durch digitale Filter nachgebildet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragungsfunktion mittels FIR (Finite Impulse Response) - Filter gebildet wird, deren Filterkoeffizienten aus der inversen Frequenzkurve abgeleitet sind.
4. Flächenlautsprecher mit mindestens einer Schwingspule (3, 4), die auf eine plattenförmige Fläche (2) mit definierten Materialeigenschaften aufgebracht ist und die, durch elektrische Tonsignale angeregt, diese Fläche (2) zur Schallabstrahlung in Schwingungen versetzt, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens einen Schwingspule (3, 4) eine Filtereinrichtung (8) für die Tonsignale vorgeschaltet ist, deren Übertragungsfunktion zu dem Frequenzgang des Flächenlautsprechers (1) invers ausgebildet ist.

5. Flächenlautsprecher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (8) als digitales Filter ausgebildet ist.

5

6. Flächenlautsprecher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (8) durch FIR (Finite Impulse Response) - Filter gebildet ist.

10

7. Flächenlautsprecher nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (8) als Eingangsglied ein Abtast-/Halteglied (9) besitzt, das über einen Analog-Digital-Umsetzer (10) an das digitale Filter (11) angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem Digital-

15

Analog-Umsetzer (12) verbunden ist.

8. Flächenlautsprecher nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Filtereinrichtung (8) mit einem digitalen Signalprozessor (11) ausgestattet

20

ist.

Description

Flat surface loudspeaker, and a method for its operation

5

The invention relates to a flat surface loudspeaker as claimed in the precharacterizing clause of patent claim 4, and to a method for its operation as claimed in the precharacterizing clause of patent claim 1.

10

Flat surface loudspeakers of said generic type have been known per se for a long time, for example from German Patent 484 872. An oscillating coil is used in a flat surface loudspeaker, operating on the electrodynamic principle and being placed directly on a surface - intrinsically initially of any desired size and thickness and composed of a chosen material -, and being mechanically fixed there. When the oscillating coil is stimulated electrically by a sound transmitter, then its oscillations are transmitted to the surface, which acts as a membrane, so that it is itself used as a sound-emitting surface. There will be a large number of potential applications per se for an electroacoustic transducer of this generic type. Apart from a few exceptions, it has nevertheless not been used to any major extent so far owing to its electroacoustic characteristics, in particular its transfer function.

The operation of the sound-emitting surface is primarily governed by its mechanical characteristics. This surface can transmit sounds or tones only by oscillating mechanically. Quite apart from the way in which it is clamped in, that is to say the mechanical mounting and the point at which the oscillating coil is fixed on it, a surface in the form of a plate in which, preferably, bending oscillations are stimulated is intrinsically a relatively complex structure in terms of its oscillation behavior. Whereas with commercially

available loudspeakers based on the electrodynamic principle it is still largely possible, even if actually only by making compromises, to optimize the acoustic characteristics

of the sound-emitting membrane, this is not directly possible with flat surface loudspeakers. This problem can be illustrated by an example: if the glass surface of a shop window on which an oscillating coil is mounted is used as a flat surface loudspeaker, then the material, shape and dimensions of the sound-emitting surface, and the way in which it is clamped in as well, are essentially fixed. In this example, the frequency response of the flat surface loudspeaker is thus essentially predetermined. Typically, the natural resonances of the surface used for sound emission with this material and the dimensions of the shop window have a frequency response which - in simple terms - can be described by enhanced response in the low frequency area and, furthermore, by a tendency to produce a tinkling noise, which is due to the influence of higher-order natural resonances that are still in the audible range. Corresponding characteristic nonlinearities also occur with other materials, such as wood or synthetic materials.

As is known, for example, from US-A-3 728 497 as well as US-A-3 636 281 or US-A-3 449 531, efforts have been made to overcome the known disadvantages of a flat surface loudspeaker by means of physical measures. Certain improvements have been possible in this way, but a fundamental solution which would give flat surface loudspeakers a wide range of applications has not yet been obtained from the experiments carried out so far.

The invention is thus based on a first partial object of specifying a means, using a method of the type mentioned initially, using which the nonlinearities in the frequency response of flat surface loudspeakers can at least be coped with to such an extent that their sound spectrum is sufficiently natural for the respective application.

A second partial object is to use such a method to provide a flat surface loudspeaker of the type



mentioned initially, whose electroacoustic characteristics are - depending on the application - optimized such that predetermined requirements in an individual application relating to the quality of sound  
5 produced in this way are thus satisfied.

In a method of this generic type for operating a flat surface loudspeaker, the first partial object is achieved by the features described in the  
10 characterizing part of patent claim 1.

In a flat surface loudspeaker of the type mentioned initially, the second partial object is achieved by the features described in the characterizing part of patent  
15 claim 4.

In the field of electroacoustics, it has long been known in the development of optimized electroacoustic transducers that the effects of the influencing  
20 variables which govern the transmission quality of an electroacoustic transducer often counter one another in a contrary manner. A physical/mechanical solution in which all these influencing variables are optimized in the same way is thus impossible, and every  
25 electroacoustic transducer is invariably a compromise solution, due to systematic factors. One relevant example of this is the known loudspeaker box, with a number of individual, specifically designed loudspeakers. The solutions to the two partial objects  
30 according to the invention are based on the joint idea that such compromises, which are characterized by physical measures, have far less probability of leading to a satisfactory result in a flat surface loudspeaker. A flat surface loudspeaker is actually not composed of  
35 individual, specifically designed loudspeaker units, like a loudspeaker box. The development of flat surface

loudspeakers so far has shown that solution approaches which attempted to improve flat surface loudspeakers by physical measures did not lead to a satisfactory result.

The invention is a departure from the conventional ideas of electro-acousticians and adopts a different approach. The electroacoustic characteristics of flat surface loudspeakers are governed by the total effect  
5 of the characteristics of the oscillating coil or coils used, and by the mechanical characteristics of the sound-emitting surface that is used. The electroacoustic transfer function for each arrangement of a flat surface loudspeaker defined in this way is  
10 thus defined in the form of its frequency response - apart from tolerances. If the corresponding frequency curve is determined by measurement, then the frequency response of the flat surface loudspeaker can be compensated for, and hence linearized, by means of a  
15 filter device which is arranged in the operating arrangement of the flat surface loudspeaker between the sound source and the amplifier located upstream of the oscillating coil or oscillating coils, provided the transfer function of the filter device is essentially  
20 the inverse of the corresponding function for the combination of an oscillating coil or coils and the sound-emitting surface.

According to developments of the invention, the  
25 transfer function of the filter device is simulated by means of digital filters, in particular by means of FIR (Finite Impulse Response) filters, whose filter coefficients are derived from the inverse frequency curve of the flat surface loudspeaker.

30

The filter device preferably has a sample and hold element as the input element, which is connected via an analogue/digital converter to the digital filter, whose output is connected to a digital/analogue converter.

35

According to another development of the invention, the filter device is equipped with a digital signal processor.

Nowadays, digital signal processors are widely used and, owing to the progress in the development of integrated circuits, are also already available for relatively

Figure 1 shows, schematically, a flat surface loudspeaker 1 which has a sound-emitting surface 2 in the form of a plate and on which, by way of example, two oscillating coils 3 and 4 are arranged. The  
5 oscillating coils 3 and 4 are mechanically fixed on the sound-emitting surface 2 such that, when they are electrically stimulated, the mechanical oscillations which they carry out in this case are transmitted to the sound-emitting surface 2 in order that it is itself  
10 caused to oscillate, and hence to emit sound. In a functional operating circuit, the oscillating coils 3, 4 are connected in parallel to the outputs of an amplifier 5 whose input, during normal operation, is coupled to a sound source, which is not shown in  
15 Figure 1.

For a person skilled in the art of technical acoustics, it is immediately evident that, inter alia, the characteristics of the sound-emitting surface 2, its  
20 shape, the size of its surface area, its thickness and, above all, also its mechanical characteristics together with the configuration of the oscillating coil or coils 3 and 4 as well as their local arrangement on the sound-emitting surface 2 govern the acoustic  
25 characteristics of the flat surface loudspeaker 1. Since, for example, completely different materials can be used for the sound-emitting surface 2, this itself results in a difficulty in material selection. This is because this depends on whether the flat surface  
30 loudspeaker 1 has a high level of attenuation, on the one hand in particular in the higher frequency range, as in the case of wooden materials, or on the other hand in the low-frequency range as, for example, in the case of glass and plastics so that, in the latter case,  
35 high frequency components are reproduced excessively, thus resulting in a tendency to tinkling.

These problems have resulted in flat surface  
loudspeakers not so far being used in large numbers in  
intrinsically feasible applications, even though the  
principles relating to this have been known for a very  
5 long time, since other electroacoustic transducers are  
known whose frequency response can be corrected more  
easily.

In order to solve this problem, Figure 1 now also shows a measurement arrangement by means of which the transmission characteristics of a flat surface loudspeaker 1 are analyzed acoustically. In order to  
5 determine the frequency response of the measurement object, that is to say of a specific type of flat surface loudspeaker 1, a frequency analyzer 6 is provided which emits a defined electrical measurement signal to the amplifier 5 at a predetermined level and  
10 at a tunable frequency, and causes the flat surface loudspeaker 1 to emit sound via the oscillating coils 3, 4. A measurement microphone 61, which is connected to the input of the frequency analyzer 6, is arranged at a defined distance from the flat surface loudspeaker  
15 1, preferably along its center axis.

The frequency response of the measurement object is determined using this measurement arrangement, which is preferably set up in an anechoic room, in order to  
20 simulate sound propagation in free space as exactly as possible in measurement conditions. As indicated above, this frequency response of a flat surface loudspeaker 1 is governed by object-typical nonlinearities, for which reason it must be measured individually, at least for  
25 each object type. This results in an essential measure for the electroacoustic transmission characteristics of a flat surface loudspeaker 1. The inverse function of the frequency curve obtained in this way is formed in order to compensate for the nonlinearities of the  
30 frequency response.

Figure 2 uses an operating circuit for the flat surface loudspeaker 1 to illustrate, schematically, how the described measurement result is used in order to  
35 correct for the distortion in the transmission characteristics of a specific electroacoustic transducer. By way of example, the sound source is illustrated in Figure 2 in the form of a magnetic tape recorder 7, whose output is connected to the amplifier

5 for the flat surface loudspeaker 1, via a filter device 8. As is indicated schematically in Figure 2, a transfer function is implemented in the filter device 8 which is essentially the inverse of the characteristic  
5 frequency curve



measured for this type of flat surface loudspeaker 1. The profile of the transfer function of the filter device 8 must be approximated more closely to the inverse frequency curve of the flat surface loudspeaker 1 the more stringent the requirements to which the resultant transmission quality of the flat surface loudspeaker 1 is subject in the respective application. In the filter device 8, the electrical sound signals supplied from the magnetic tape recorder 8 are subjected to preemphasis in such a way that this just counteracts the frequency response of the flat surface loudspeaker 1. This sound signal, with preemphasis, is supplied via the amplifier 5 to the oscillating coils 3, 4 of the flat surface loudspeaker 1. The transfer function of the conversion to acoustic signals in the flat surface loudspeaker 1 counteracts this preemphasis once again. The resultant frequency response of the flat surface loudspeaker 1 [lacuna] better linearized the more accurately the transfer function of the filter device 8 approximates to the inverse frequency curve of the flat surface loudspeaker 1.

As is known, electrical filters can also be formed from discrete elements, but complex transfer functions for a bandpass filter in the audible range, such as those which are used in this field of application in conjunction with flat surface loudspeakers 1, can be provided using discrete components only with great complexity, and then only to a first approximation. Implementations of the filter device 8 using discrete components are therefore suitable in conjunction with a flat surface loudspeaker 1 only when its transmission quality is subject only to restricted requirements in a particular application.

35

Figure 3 thus shows a further embodiment for the operating circuit of a flat surface loudspeaker 1, by

means of which even hifi (high fidelity) requirements can be satisfied. The embodiment shown in Figure 3 differs from the embodiment shown in Figure 2 in the further refinement of the filter device 8. Figure 3  
5 shows the filter device 8 as a digital filter. Its

input circuit, which is connected to the magnetic tape recorder 7 (which is indicated once again as an example of a sound source) is in the form of a sample and hold element 9 - frequently also referred to as a sample and hold circuit. The electrical sound signal supplied as an analogue signal from the magnetic tape recorder 8 is thus sampled using a predetermined sampling theorem, and the respectively sampled instantaneous value is buffer-stored and is supplied to an analogue/digital converter 10 which is connected to it and which converts the successive instantaneous values to digital signals expressed in binary form. The signals are supplied in this form to a digital signal processor 11. On the output side, the digital signal processor 11 is connected to a digital/analogue converter 12, by means of which its binary output signal is converted back to an analogue electrical signal, which is supplied via the amplifier 5 to the flat surface loudspeaker 1.

This refinement of the filter device 8 advantageously makes use of the progress in the development of digital signal processing. Nowadays, the semiconductor industry offers the user powerful signal processors, which are already in widespread use, even for real-time applications. Application options for digital signal processors as well as refinements by means of appropriate programs can therefore be assumed to be known in this case. The circuit design of the digital signal processor is therefore not shown in detail in the schematic illustration in Figure 3. Normally, in addition to a microcontroller, the actual control unit, has a signal processor a program memory, a data memory and an input/output memory, which are connected to one another via a bus system with parallel address, control and data lines. The capability to store a specific program relating to the respective application in the program memory makes the digital signal processor

suitable for an electronic circuit which can be used universally and, in the present field of application, is used to simulate the transfer function of the filter device 8.

It is advantageous in this case for the filter or filters to be in the form of FIR (Finite Impulse Response) filters, by means of which even complex transfer functions for real-time requirements can be provided in a known manner. If the transmission quality of the flat surface loudspeaker is subject to very stringent requirements, such as those for hifi quality, in a specific application, then, owing to the signal processing required in real-time conditions, it may be necessary to carry out this signal processing by parallel operation of a number of signal processors, without in the process needing to depart from the fundamental solution approach.

The embodiments described above open up a wide range of applications for flat surface loudspeakers. The capability to program the digital signal processor 11 freely allows the complexity for the measurement of the frequency response of the respective type of flat surface loudspeaker 1 and the conversion of the measured frequency curve to an inverse transfer function (which is a greater or lesser approximation of this) of the filter device 8 to be optimized for the respective application. Both physically small and large format flat surface loudspeakers can be produced. Since the choice of materials for a flat surface loudspeaker designed according to the invention is no longer to a major extent subject to the conventional restriction, even materials with a very low relative density, for example, can also be chosen for the sound-emitting surface. Particularly in mobile applications, in which transport capabilities invariably play a substantial role, it is a major advantage to move a light flat surface loudspeaker composed of polyurethane foam instead of a heavy, voluminous conventional loudspeaker box. Flat surface loudspeakers according to the invention can thus be used not only for commercial

purposes, such as public sound-emission facilities and advertising hoardings, but also as high-quality loudspeaker device in the personal field, which are at the same time very flat and, for example, are  
5 integrated in furniture.

## Patent Claims

1. A method for operation of a flat surface  
loudspeaker (1), in which at least one oscillating  
5 coil (3, 4) is mounted on a surface (2) in the  
form of a plate and having predetermined material  
characteristics, via which sound is emitted by a  
coil or coils stimulated electrically by means of  
a sound source (7), stimulated to oscillate,  
10 characterized in that the acoustic frequently  
response of this flat surface loudspeaker is  
measured and its frequency curve is determined, in  
that the inverse frequency curve to this frequency  
curve is determined, in that this inverse  
15 frequency curve is simulated in a filter device  
(8) as its transfer function, and in that the  
frequency response of the flat surface loudspeaker  
is compensated for by means of the filter device,  
which is connected between the sound source and  
20 the flat surface loudspeaker in the operating  
state, on the basis of its transfer function.
2. The method as claimed in claim 1, characterized in  
that the transfer function of the filter device  
25 (8) is simulated by digital filters.
3. The method as claimed in claim 2, characterized in  
that the transfer function is formed by means of  
FIR (Finite Impulse Response) filters, whose  
30 filter coefficients are derived from the inverse  
frequency curve.
4. A flat surface loudspeaker having at least one  
oscillating coil (3, 4) which is mounted on a  
35 surface (2) in the form of a plate and having  
defined material characteristics and which,  
stimulated electrically by means of a sound source  
(7), causes this surface to oscillate in order to

emit sound, characterized in that a filter device (8) is arranged between the sound source (7) and the at least one oscillating coil (3 or 4), whose



transfer function is the inverse of the frequency response of the flat surface loudspeaker (1).

5. The flat surface loudspeaker as claimed in claim 4, characterized in that the filter device (8) is in the form of a digital filter.
6. The flat surface loudspeaker as claimed in claim 5, characterized in that the filter device (8) is formed by FIR (Finite Impulse Response) filters.
7. The flat surface loudspeaker as claimed in one of claims 5 or 6, characterized in that the filter device (8) has a sample and hold element (9) as the input element, which is connected via an analogue/digital converter (10) to the digital filter (for example 11), whose output is connected to a digital/analogue converter (12).
8. The flat surface loudspeaker as claimed in one of claims 5 to 7, characterized in that the filter device is equipped with a digital signal processor (11).

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 :  
H04R 7/04, 29/00, 3/04

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/64217

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum: 26. Oktober 2000 (26.10.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03377

(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Oktober 1999 (21.10.99)

(30) Prioritätsdaten:  
199 17 584.5 19. April 1999 (19.04.99) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BOESNECKER, Robert  
[DE/DE]; Buchenstr. 16, D-84030 Ergolding (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AU, JP, US, europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE).

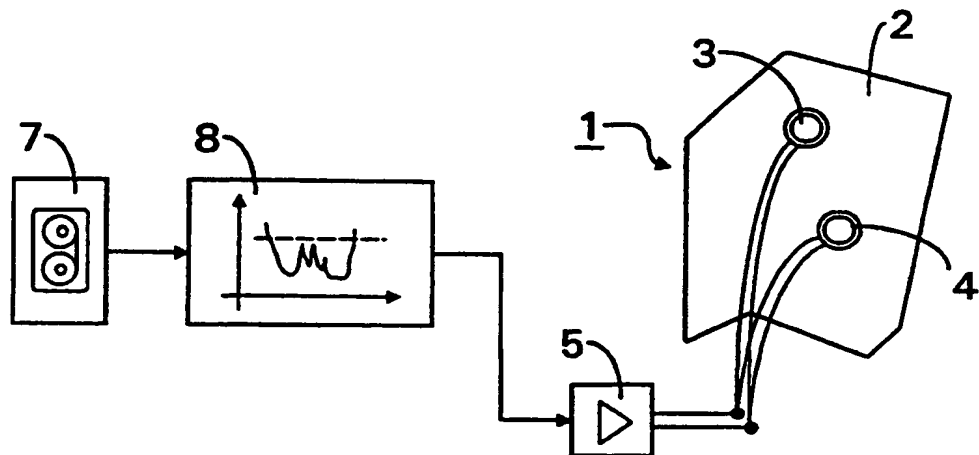
Veröffentlicht  
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: FLAT SURFACE LOUDSPEAKER AND METHOD FOR OPERATING THE SAME

(54) Bezeichnung: FLÄCHENLAUTSPRECHER UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

(57) Abstract

The invention relates to a method for operating a flat surface loudspeaker (1). According to the method, at least one moving coil (3, 4) is applied to a platform-shaped surface (2) with predetermined material properties. Said surface is excited to vibration by the at least one moving coil, which is electrically excited by a source of sound (7). The acoustic frequency response of the flat surface loudspeaker is measured and the inverse frequency curve to its frequency curve is determined. This inverse frequency curve is simulated in a filtering device (8) as its transfer function. The filtering device is connected between the sound source (7) and the flat surface loudspeaker (1) in the operating arrangement, so that the frequency response of the flat surface speaker is compensated based on its transfer function. The compensation of the frequency response of the flat surface loudspeaker improves its transfer properties even to hi-fi standards.



## Beschreibung

## Flächenlautsprecher und Verfahren zu dessen Betrieb

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Flächenlautsprecher gemäß dem Obergriff des Patentanspruches 4 sowie auf ein Verfahren zu dessen Betrieb gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

10 Flächenlautsprecher der genannten Gattung sind als solche seit langem, beispielsweise bereits aus DE-Patent 484 872 bekannt. Bei einem Flächenlautsprecher wird eine nach dem elektrodynamischen Prinzip funktionierende Schwingspule eingesetzt, die unmittelbar auf eine Fläche - an sich zunächst beliebiger Größe und Dicke und aus einem gewählten Material bestehend - gesetzt und dort mechanisch fixiert ist. Wird die  
15 Schwingspule von einem Schallgeber elektrisch angeregt, so werden ihre Schwingungen auf die als Membran wirkende Fläche übertragen und damit diese selbst als schallabstrahlende Fläche benutzt. Für einen elektroakustischen Wandler dieser Gattung wären an sich eine Vielzahl von Verwendungsmöglichkeiten gegeben. Wenn er sich bis heute, abgesehen von wenigen Ausnahmen, dennoch nicht in größerem Umfang durchgesetzt hat, ist das auf seine elektroakustischen Eigenschaften, insbesondere  
20 seine Übertragungsfunktion zurückzuführen.

Funktionsbestimmend ist vor allem die schallabstrahlende Fläche mit ihren mechanischen Eigenschaften. Diese Fläche kann nur dann Töne oder Klänge übertragen, sofern sie mechanisch  
30 schwingt. Abgesehen von der Einspannung, d. h. der mechanischen Lagerung und dem Ort Fixierung der Schwingspule auf ihr, ist eine vorzugsweise zu Biegeschwingungen angeregte plattenförmige Fläche in ihrem Schwingungsverhalten an sich bereits ein relativ komplexes Gebilde. Während man es bei einem handelsüblichen Lautsprecher nach dem elektrodynamischen  
35 Prinzip, wenn auch da nur mit Kompromissen, noch weitgehend in der Hand hat, die schallabstrahlende Membran im Hinblick

auf ihre akustischen Eigenschaften zu optimieren, ist dies beim Flächenlautsprecher nicht ohne weiteres möglich. Illustriert sei diese Problematik an einem Beispiel: Soll die Glasfläche eines Schaufensters, auf die eine Schwingspule aufgesetzt ist, als Flächenlautsprecher eingesetzt werden, so liegen Material, Form und Abmessungen der schallabstrahlenden Fläche, auch ihre Einspannung im wesentlichen fest. Der Frequenzgang des Flächenlautsprechers in diesem Beispiel ist damit im wesentlichen vorbestimmt. Typischerweise bedingen die Eigenresonanzen der zur Schallabstrahlung ausgenutzten Fläche bei diesem Material und den Abmessungen des Schaufensters einen Frequenzgang, der - vereinfacht - durch eine überhöhte Wiedergabe im Bereich tiefer Töne und ferner durch eine Klirrneigung zu beschreiben ist, die auf den Einfluß von noch im Hörbereich liegenden Eigenresonanzen höherer Ordnung zurückzuführen ist. Entsprechende charakteristische Nichtlinearitäten treten auch bei anderen Materialien, wie Holz- oder Kunststoffstoffen auf.

Wie z. B. aus US-A-3 728 497, auch US-A-3 636 281 oder US-A-3 449 531 bekannt, wurden Anstrengungen unternommen, die bekannten Nachteile des Flächenlautsprechers mittels konstruktiver Maßnahmen zu beheben. Gewisse Verbesserungen konnten auf diese Weise erreicht werden, eine grundsätzliche Lösung, die dem Flächenlautsprecher ein breites Anwendungsspektrum erschlossen hätte, haben die bisher unternommenen Versuche aber noch nicht erbracht.

Der Erfindung liegt daher eine erste Teilaufgabe zugrunde, mit einem Verfahren der eingangs genannten Art einen Weg anzugeben, mit dem die Nichtlinearitäten im Frequenzgang der Flächenlautsprecher wenigstens soweit zu beherrschen sind, daß sein Klangspektrum für den jeweiligen Anwendungsfall ausreichend natürlich wirkt.

Eine zweite Teilaufgabe besteht darin, unter Verwendung eines derartigen Verfahrens einen Flächenlautsprecher der eingangs

genannten Art zu schaffen, dessen elektroakustische Eigenschaften - je nach Anwendungsfall - so optimiert sind, daß damit im einzelnen Anwendungsfall vorgegebene Anforderungen an die Güte einer damit ausgeführten Beschallung erfüllt werden.

Bei einem gattungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers wird die erste Teilaufgabe durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 beschriebenen Merkmale gelöst.

Bei einem Flächenlautsprecher der eingangs genannten Art wird die zweite Teilaufgabe durch im Kennzeichen des Patentanspruches 4 beschriebenen Merkmale gelöst.

In der Elektroakustik ist man sich bei der Entwicklung optimierter elektroakustischer Wandler seit langem bewußt, daß die Einflußgrößen, die die Übertragungsgüte eines elektroakustischen Wandlers bestimmen, in ihrer Wirkung einander häufig konträr entgegenstehen. Eine konstruktiv-mechanische Lösung, bei der alle diese Einflußgrößen in gleicher Weise optimiert sind, ist also nicht möglich und jeder elektroakustische Wandler ist, systematisch bedingt, immer eine Kompromißlösung. Die bekannte Lautsprecherbox mit einer Mehrzahl einzelner, individuell gestalteter Lautsprecher ist dafür ein treffendes Beispiel. Die erfindungsgemäßen Lösungen der beiden Teilaufgaben beruhen auf der gemeinsamen Überlegung, daß derartige durch konstruktiven Maßnahmen gekennzeichnete Kompromisse bei einem Flächenlautsprecher noch viel weniger zu einem befriedigenden Ergebnis führen. Ein Flächenlautsprecher ist eben nicht wie eine Lautsprecherbox aus einzelnen, individuell gestalteten Lautsprechereinheiten zusammenzusetzen. Daß Lösungsansätze, die mittels konstruktiver Maßnahmen, den Flächenlautsprecher zu verbessern versuchten, nicht zu einem befriedigenden Ergebnis geführt haben, hat seine bisherige Entwicklung gezeigt.

- Die Erfindung löst sich von konventionellen Überlegungen des Elektroakustikers und geht einen anderen Weg. Die elektroakustischen Eigenschaften des Flächenlautsprechers sind durch die Summe der Eigenschaften der verwendeten Schwingspule(n) und der mechanischen Eigenschaften der eingesetzten schallabstrehenden Fläche festgelegt. Für jede so bestimmte Anordnung eines Flächenlautsprechers ist damit seine elektroakustische Übertragungsfunktion in Form seines Frequenzganges - von Toleranzen abgesehen - festgelegt. Ist die entsprechende Frequenzkurve durch Messung ermittelt, so kann man mit einer in der Betriebsanordnung des Flächenlautsprechers zwischen der Schallquelle und dem vor der Schwingspule bzw. den Schwingspulen liegenden Verstärker angeordneten Filtereinrichtung dann den Frequenzgang des Flächenlautsprechers kompensieren und damit linearisieren, sofern die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung zu der entsprechenden Funktion der Kombination aus Schwingspule(n) und schallabstrahlender Fläche im wesentlichen invers ist.
- Gemäß Weiterbildungen der Erfindung wird die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung durch digitale Filter, insbesondere durch FIR( Finite Impulse Response)- Filter nachgebildet, deren Filterkoeffizienten aus der inversen Frequenzkurve des Flächenlautsprechers abgeleitet sind.
- Vorzugsweise besitzt die Filtereinrichtung als Eingangsglied ein Abtast-/Halteglied, das über einen Analog-Digital-Umsetzer an das digitale Filter angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem Digital-Analog-Umsetzer verbunden ist.
- Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung ist die Filtereinrichtung mit einem digitalen Signalprozessor ausgestattet.
- Digitale Signalprozessoren werden heute in großem Umfang eingesetzt und sind aufgrund der Fortschritte in der Entwicklung von integrierten Schaltkreisen auch für relativ recheninten-

sive „real-time“-Anwendungen bereits verfügbar. Digitale Signalprozessoren sind, wenn auch im beschränkten Umfang des zur Verfügung stehenden Volumens für den Programmspeicher, frei programmierbar. Damit wird es möglich, die Funktion des

5 digitalen Signalprozessors an verschiedene Materialien der schallabstrahlenden Fläche, wie Holzwerkstoffe, Glas, Kunststoffe, unter anderem Polyurethanschaum anzupassen. Ferner lassen sich auch unterschiedliche Umrisse der schallabstrahlenden Fläche so realisieren. Damit wird deutlich, daß mit

10 der Erfindung insbesondere das größte Hemmnis überwunden ist, das der weiten Verbreitung von Flächenlautsprechern bisher entgegenstand. Form und Materialauswahl der schallabstrahlenden Fläche stehen in weitem Umfang frei, ohne daß dies mit einer Minderung der Qualität der Schallabstrahlung erkauft

15 werden müßte. Zwar ist nicht in jedem Anwendungsfall höchste und damit aus Aufwandsgründen auch immer noch relativ teure Qualität erforderlich, aber immerhin lassen sich Ausführungen verwirklichen, die sogar HIFI (High Fidelity)- Anforderungen vollauf genügen. Nicht nur in diesen Anwendungsfällen sind

20 Volumen- und Gewichtersparnis des Flächenlautsprechers im Vergleich mit marktüblichen Lautsprecherboxen von großem Vorteil.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen

25 Lösung sind der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen zu entnehmen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden anhand

30 der Zeichnung näher beschrieben, dabei zeigt:  
Figur 1 einen Flächenlautsprecher in Verbindung mit einer Meßanordnung zur Messung seines Frequenzganges,  
Figur 2 eine erste Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zum Betreiben des Flächenlautsprechers und

35 Figur 3 eine weitere Ausführungsform der Schaltungsanordnung nach Figur 2.

In Figur 1 ist schematisch ein Flächenlautsprecher 1 dargestellt, der eine plattenförmig ausgebildete, schallabstrahlende Fläche 2 besitzt, auf der beispielhaft zwei Schwingspulen 3 bzw. 4 angeordnet sind. Die Schwingspulen 3 bzw. 4 sind auf der schallabstrahlenden Fläche 2 so mechanisch fixiert, daß sie im elektrisch angeregten Zustand ihre dabei auftretenden mechanischen Schwingungen auf die schallabstrahlende Fläche 2 übertragen, damit diese selbst zum Schwingen und so zur Schallabstrahlung anregen. In einer funktionsfähigen Betriebsschaltung sind die Schwingspulen 3, 4 parallel an die Ausgänge eines Verstärkers 5 angeschlossen, dessen Eingang im normalen Betriebsfall an eine in Figur 1 nicht dargestellte Schallquelle angekoppelt ist.

Für einen Fachmann der technischen Akustik ist unmittelbar einleuchtend, daß unter anderem die Eigenschaften der schallabstrahlenden Fläche 2, ihre Form, die Größe ihrer Fläche, ihre Dicke und vor allem auch ihre mechanischen Eigenschaften, aber auch die Ausgestaltung der Schwingspule(n) 3, 4 sowie deren lokale Anordnung auf der schallabstrahlenden Fläche 2 die akustischen Eigenschaften des Flächenlautsprechers 1 bestimmen. Da z. B. völlig unterschiedliche Materialien für die schallabstrahlende Fläche 2 verwendet werden können, ergibt sich bereits aus der Materialauswahl eine Schwierigkeit. Denn davon hängt es ab, ob der Flächenlautsprecher 1, wie im Falle von Holzwerkstoffen, insbesondere im höheren Frequenzbereich oder andererseits wie beispielsweise bei Glas, auch Kunststoffen im niederfrequenten Bereich eine große Dämpfung aufweist, im letzteren Fall hohe Frequenzanteile überhöht wiedergibt und damit zum Klirren neigt. Wegen dieser Problematik haben sich Flächenlautsprecher, obwohl die Prinzipien dafür längst bekannt sind, in einer Vielzahl von an sich möglichen Anwendungsfällen bisher nicht durchgesetzt, weil andere elektroakustische Wandler bekannt sind, deren Frequenzgang einfacher korrigierbar ist.



In Figur 1 ist, zur Lösung dieses Problems, nun weiterhin eine Meßanordnung dargestellt, mit der der Flächenlautsprecher 1 in seinen Übertragungseigenschaften akustisch analysiert wird. Um den Frequenzgang des Meßobjektes, d. h. also eines bestimmten Typs des Flächenlautsprechers 1 zu bestimmen, ist ein Frequenzanalysator 6 vorgesehen, der bei durchstimmbarer Frequenz mit vorbestimmtem Pegel ein definiertes elektrisches Meßsignal an den Verstärker 5 abgibt und über die Schwingspulen 3, 4 den Flächenlautsprecher 1 zur Schallabstrahlung anregt. In einem definierten Abstand von dem Flächenlautsprecher 1, vorzugsweise längs seiner Mittelachse, ist ein Meßmikrophon 61 angeordnet, das mit dem Eingang des Frequenzanalysators 6 verbunden ist.

Mit dieser Meßanordnung, die vorzugsweise in einem schalltoten Raum aufgebaut wird, um die Schallausbreitung im freien Feld unter Meßbedingungen möglichst exakt nachzubilden, wird der Frequenzgang des Meßobjektes bestimmt. Wie vorstehend angedeutet, ist dieser Frequenzgang beim Flächenlautsprecher 1 durch objekttypische Nichtlinearitäten bestimmt, weshalb er zumindestens für jeden Objekttyp individuell gemessen werden muß. Damit ist für den Flächenlautsprecher 1 ein wesentliches Maß für seine elektroakustischen Übertragungseigenschaften gewonnen. Um die Nichtlinearitäten des Frequenzganges zu kompensieren, wird zu der so gewonnen Frequenzkurve deren inverse Funktion gebildet.

In Figur 2 ist schematisch anhand einer Betriebsschaltung für den Flächenlautsprecher 1 dargestellt, wie das beschriebene Meßergebnis benutzt wird, um die Übertragungseigenschaften des speziellen elektroakustischen Wandlers zu entzerren. In Figur 2 ist die Schallquelle beispielhaft durch ein Magnetbandgerät 7 illustriert. Dessen Ausgang ist mit dem Verstärker 5 des Flächenlautsprechers 1 über eine Filtereinrichtung 8 verbunden. In der Filtereinrichtung 8 ist, wie in Figur 2 schematisch angedeutet ist, eine Übertragungsfunktion implementiert, die zu der für diesen Typ des Flächenlautsprechers

1 gemessenen, charakteristischen Frequenzkurve im wesentlichen invers ist. Der Verlauf der Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 ist der inversen Frequenzkurve des Flächenlautsprechers 1 um so mehr anzunähern, je höhere Anforderungen an die resultierende Übertragungsgüte des Flächenlautsprechers 1 im jeweiligen Anwendungsfall gestellt werden. In der Filtereinrichtung 8 werden die von dem Magnetbandgerät 8 zugeführten elektrischen Tonsignale in einer Weise vorverzerrt, die dem Frequenzgang des Flächenlautsprechers 1 gerade entgegengesetzt ist. Dieses vorverzerrte Tonsignal wird über den Verstärker 5 den Schwingspulen 3, 4 des Flächenlautsprechers 1 zugeführt. Bei der Umwandlung im Flächenlautsprecher 1 in akustische Signale wird es aufgrund von dessen Übertragungsfunktion wieder entzerrt. Der resultierende Frequenzgang des Flächenlautsprechers 1 um so besser linearisiert, je genauer die Annäherung der Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 an die inverse Frequenzkurve des Flächenlautsprechers 1 ist.

20 Bekanntlich können elektrische Filter auch aus diskreten Elementen aufgebaut werden, komplexe Übertragungsfunktionen für ein Bandfilter im Hörbereich, wie sie in diesem Verwendungsbereich in Verbindung mit Flächenlautsprechern 1 auftreten, sind mit diskreten Bauelementen jedoch nur mit Aufwand und auch dann nur in erster Näherung zu realisieren. Realisierungen der Filtereinrichtung 8 mit diskreten Bauelementen eignen sich in Verbindung mit einem Flächenlautsprecher 1 deshalb nur dann, wenn im Einzelfall an dessen Übertragungsgüte nur beschränkte Anforderungen gestellt werden.

30

In Figur 3 ist daher eine weitere Ausführungsform für die Betriebsschaltung eines Flächenlautsprechers 1 dargestellt, mit der sich sogar HiFi (High Fidelity-) - Anforderungen erfüllen lassen. Die Ausführungsform nach Figur 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform nach Figur 2 in der weiteren Ausgestaltung der Filtereinrichtung 8. In Figur 3 ist die Filtereinrichtung 8 als digitales Filter dargestellt. Seine an

das wieder als Beispiel für eine Schallquelle angegebene Magnetbandgerät 7 angeschlossene Eingangsschaltung ist als Abtast-/Halteglied 9 - häufig auch als „Sample and Hold“ - Schaltung bezeichnet - ausgebildet. Damit wird das vom Magnetbandgerät 8 als analoges Signal zugeführte elektrische Tonsignal nach einem vorgegebenen Abtasttheorem abgetastet, der jeweils abgetastete Momentanwert zwischengespeichert und einem daran angeschlossenen Analog-Digital-Umsetzer 10 zugeführt, der die aufeinanderfolgenden Momentanwerte in binär ausgedrückte Digitalsignale umsetzt. In dieser Form werden die Signale einem digitalen Signalprozessor 11 zugeführt. Ausgangsseitig ist der digitale Signalprozessor 11 an einen Digital-Analog-Umsetzer 12 angeschlossen, mit dem sein binäres Ausgangssignal wieder in ein analoges elektrisches Signal umgesetzt wird, das über den Verstärker 5 dem Flächenlautsprecher 1 zugeführt wird.

Diese Ausgestaltung der Filtereinrichtung 8 nutzt mit Vorteil die Fortschritte in der Entwicklung der digitalen Signalverarbeitung. Die Halbleiterindustrie bietet dem Anwender heute leistungsfähige, in weitem Umfang bereits eingesetzte Signalprozessoren auch für „real-time“-Anwendungen. Einsatzmöglichkeiten digitaler Signalprozessoren sowie Ausgestaltungen durch entsprechende Programme können deshalb hier als bekannt vorausgesetzt werden. In der schematischen Darstellung von Figur 3 ist deshalb der Schaltungsaufbau des digitalen Signalprozessors nicht in einzelnen angegeben. Üblicherweise besitzt ein Signalprozessor neben einem Mikrokontroller, der eigentlichen Steuereinheit, einen Programm-, einen Daten- und einen Ein-/Ausgabespeicher, die untereinander über ein Bussystem mit parallelen Adreß-, Steuer- und Datenleitungen verbunden sind. Die Möglichkeit, in dem Programmspeicher ein bestimmtes, auf den jeweiligen Anwendungsfall bezogenes Programm abzulegen, ertüchtigt den digitalen Signalprozessor zu einer universell einsetzbaren elektronischen Schaltung, der im vorliegenden Anwendungsbereich dazu eingesetzt wird, die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 nachzubilden.

Von Vorteil ist es dabei, das bzw. die Filter in Form von FIR (Finite Impulse Response)-Filtern zu implementieren, mit denen sich in bekannter Weise auch komplexe Übertragungsfunktionen bei „real-time“-Anforderungen realisieren lassen. Werden in einzelnen Anwendungsfall an die Übertragungsgüte des Flächenlautsprechers 1 sehr hohe Anforderungen, etwa HiFi-Qualität gestellt, so kann es wegen erforderlichen Signalverarbeitung unter Echtzeit-Bedingungen notwendig werden, diese Signalverarbeitung im Parallelbetrieb mehrerer Signalprozessoren vorzunehmen, ohne dabei den prinzipiellen Lösungsansatz zu verlassen.

Die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen eröffnen dem Flächenlautsprecher eine breites Anwendungsspektrum. Die freie Programmierbarkeit des digitalen Signalprozessors 11 läßt es zu, den Aufwand für die Messung des Frequenzganges des jeweiligen Typs des Flächenlautsprechers 1 und die Umsetzung der gemessenen Frequenzkurve in eine dazu mehr oder minder angenäherte inverse Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung 8 im Hinblick auf den jeweiligen Anwendungsfall zu optimieren. Es lassen sich kleindimensionale, aber auch großformatige Flächenlautsprecher realisieren. Da die Materialauswahl bei einem erfindungsgemäß ausgebildeten Flächenlautsprecher bei weitem nicht mehr der konventionellen Beschränkung unterliegt, lassen sich beispielsweise auch Materialien mit einem sehr niedrigem spezifischen Gewicht für die schallabstrahlende Fläche auswählen. Insbesondere bei mobilen Anwendungen, bei denen Transportmöglichkeiten eine durchaus wesentliche Rolle spielen, ist es von großem Vorteil, einen leichten Flächenlautsprecher bestehend aus Polyurethanschaum statt einer voluminösen konventionellen Lautsprecherbox mit hohem Gewicht zu bewegen. Erfindungsgemäße Flächenlautsprecher können daher sowohl zu gewerblichen Zwecken, wie öffentlichen Beschallungseinrichtungen, auch Werbeflächen wie im persönlichen Bereich als hochwertige, dabei sehr flache Lautsprechereinrichtungen, die beispielsweise in Möbel integriert sind, eingesetzt werden.

## Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers (1),  
bei dem mindestens eine Schwingspule (3, 4) auf eine platten-  
förmige Fläche (2) mit vorbestimmten Materialeigenschaften  
aufgebracht ist, über die durch eine Schallquelle (7) elek-  
trisch angeregte(n) Schwingspule(n) zum Schwingen angeregt  
10 Schall abgestrahlt wird, dadurch gekennzeichnet,  
daß der akustische Frequenzgang dieses Flächenlautsprechers  
gemessen und seine Frequenzkurve ermittelt wird, daß für die-  
se Frequenzkurve die dazu inverse Frequenzkurve ermittelt  
wird, daß diese inverse Frequenzkurve in einer Filtereinrich-  
15 tung (8) als deren Übertragungsfunktion nachgebildet wird und  
daß mittels der im Betriebszustand zwischen die Schallquelle  
und den Flächenlautsprecher geschalteten Filtereinrichtung  
aufgrund deren Übertragungsfunktion der Frequenzgang des Flä-  
chenlautsprechers kompensiert wird.
- 20 2.. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Übertragungsfunktion der Filtereinrichtung (8)  
durch digitale Filter nachgebildet wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeich-  
net, daß die Übertragungsfunktion mittels FIR (Finite Im-  
pulse Response) - Filter gebildet wird, deren Filterkoeffizi-  
enten aus der inversen Frequenzkurve abgeleitet sind.
- 30 4. Flächenlautsprecher mit mindestens einer Schwingspule (3,  
4), die auf eine plattenförmige Fläche (2) mit definierten  
Materialeigenschaften aufgebracht ist und die, durch eine  
Schallquelle (7) elektrisch angeregt, diese Fläche zur  
Schallabstrahlung zum Schwingen in Schwingungen versetzt,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Schall-  
quelle (7) und der mindestens einen Schwingspule (3 bzw. 4)  
eine Filtereinrichtung (8) angeordnet ist, deren Übertra-

gungsfunktion zu dem Frequenzgang Flächenlautsprechers (1) invers ausgebildet ist.

5. Flächenlautsprecher nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (8) als digitales Filter ausgebildet ist.

6. Flächenlautsprecher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (8) durch FIR (Finite Impulse Response) - Filter gebildet ist.

7. Flächenlautsprecher nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung (8) als Eingangsglied ein Abtast-/Halteglied (9) besitzt, das über einen Analog-Digital-Umsetzer (10) an das digitale Filter (z. B. 11) angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem Digital-Analog-Umsetzer (12) verbunden ist.

8. Flächenlautsprecher nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Filtereinrichtung mit einem digitalen Signalprozessor (11) ausgestattet ist.

## Zusammenfassung

Flächenlautsprecher und Verfahren zu dessen Betrieb.

5 Offenbart ist ein Verfahren zum Betreiben eines Flächenlaut-  
sprechers (1), bei dem mindestens eine Schwingspule (3, 4)  
auf eine plattenförmige Fläche (2) mit vorbestimmten Materia-  
leigenschaften aufgebracht ist, die durch die mindestens eine  
10 von einer Schallquelle (7) elektrisch angeregte Schwingspule  
zum Schwingen angeregt wird. Der akustische Frequenzgang die-  
ses Flächenlautsprechers wird gemessen und für seine Fre-  
quenzkurve die dazu inverse Frequenzkurve ermittelt. Diese  
inverse Frequenzkurve wird in einer Filtereinrichtung (8) als  
15 deren Übertragungsfunktion nachgebildet. In der Betriebsan-  
ordnung ist diese Filtereinrichtung zwischen die Schallquelle  
(7) und den Flächenlautsprecher (1) geschaltet, so daß auf-  
grund deren Übertragungsfunktion der Frequenzgang des Flä-  
chenlautsprechers kompensiert wird. Mit dieser Frequenzgang-  
20 kompensierung des Flächenlautsprechers ist es möglich, seine  
Übertragungseigenschaften so zu verbessern, daß sogar HiFi-  
Anforderungen zu erfüllen sind.

Sig Fig. 2

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H04R7/04 H04R29/00 H04R3/04

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 2 265 519 A (SMITH JONATHAN NEIL) 29. September 1993 (1993-09-29) Seite 3, Zeile 1 -Seite 4, Zeile 28; Abbildungen	1,4
Y	GB 2 289 185 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 8. November 1995 (1995-11-08)	1,4
A	Seite 23, Zeile 12 -Seite 25, Zeile 7; Abbildungen	2,3,5,6
P,X	WO 99 37121 A (NEW TRANSDUCERS LTD ;AZIMA FARAD (GB); AZIMA HENRY (GB); BANK GRAH) 22. Juli 1999 (1999-07-22) Zusammenfassung; Abbildungen	1,4
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Juni 2000

Abschließendes Datum des internationalen Recherchenberichts

16/06/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gastaldi, G



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 567 061 A (NOKIA TECHNOLOGY GMBH) 27. Oktober 1993 (1993-10-27) Seite 4, Zeile 10 -Seite 6, Zeile 45; Abbildungen	1,4
A	EP 0 168 078 A (PHILIPS NV) 15. Januar 1986 (1986-01-15) Seite 1, Zeile 32 -Seite 4, Zeile 33; Abbildungen	1,4
A	US 4 675 835 A (PFLEIDERER PETER) 23. Juni 1987 (1987-06-23) Spalte 1, Zeile 6 -Spalte 6, Zeile 31; Abbildungen	1,4

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

10/030870

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference GR 99P1665P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE99/03377	International filing date (day/month/year) 21 October 1999 (21.10.99)	Priority date (day/month/year) 19 April 1999 (19.04.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04R 7/04		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).	
These annexes consist of a total of <u>14</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I	<input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report
II	<input type="checkbox"/> Priority
III	<input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV	<input type="checkbox"/> Lack of unity of invention
V	<input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI	<input type="checkbox"/> Certain documents cited
VII	<input type="checkbox"/> Certain defects in the international application
VIII	<input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 08 November 2000 (08.11.2000)	Date of completion of this report 07 August 2001 (07.08.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE99/03377

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1,2,2a-2c,3,4,6-10 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 13 July 2001 (13.07.2001)
- ☒ the claims:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_ 1-8 \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_ 13 July 2001 (13.07.2001)
- ☒ the drawings:  
pages \_\_\_\_\_ 1/1 \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description; pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

/DE 99/03377

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-8	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

## Claim 1

Claim 1 discloses a method for operating a surface loud speaker. The prior art, for example D1 already discloses that the frequency curve is measured and its inverse frequency curve is determined and then the inverse frequency curve is fed in filter means to compensate for the non-linear distortions.

However, in the prior art described in D1, this technology is only linked to cavity resonators or loudspeakers and the flat loudspeaker box comprises a back wall with side strips over which a membrane extends. The claimed method relates to a surface loudspeaker, in which at least one vibrating coil is attached to a plate-shaped surface with predetermined material properties and by way of said surface sound is emitted in an excited manner by a vibrating coil for vibrating, which coil is excited electrically by a sound source. With this type of loud speaker a standing wave forms across the plate-shaped surface, which is characterised by the plate's material properties of form, dimensions and material.

In the search report citations a possible or hypothetical use for surface loudspeakers as described in the preamble of Claim 1 is not indicated.

Consequently, it is not obvious to a person skilled in the

art to transfer the compensation technology from volume systems to surface systems.

Consequently, Claim 1 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

#### Claims 2 and 3

These dependent claims disclose further steps of the method according to Claim 1. Consequently, they meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) in combination with Claim 1.

#### Claim 4

The statements about method Claim 1 are readily transferred to device Claim 5.

Consequently, Claim 5 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

#### Claims 6 to 8

These dependent claims disclose other features of the device according to Claim 5. Consequently, they meet the requirements of PCT Article 33(2) and (3) in conjunction with Claim 5.

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

## PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERMITTLUNG DES  
INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHTS  
ODER DER ERKLÄRUNG

(Regel 44.1 PCT)

An SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Postfach 22 16 34 80506 München GERMANY
ZT GG VM Mon P/Ri
Eing. 19. Juni 2000
GR Frist

Absendedatum (Tag/Monat/Jahr)	16/06/2000
----------------------------------	------------

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 99P1665P
--------------------------------------------------------

**WEITERES VORGEHEN** siehe Punkte 1 und 4 unten

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 99/03377
-------------------------------------------------

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)	21/10/1999
--------------------------------------------------	------------

Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.
-----------------------------------------------

1. ☒ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationale Recherchenbericht erstellt wurde und ihm hiermit übermittelt wird.

**Einreichung von Änderungen und einer Erklärung nach Artikel 19:**

Der Anmelder kann auf eigenen Wunsch die Ansprüche der internationalen Anmeldung ändern (siehe Regel 46):

**Bis wann sind Änderungen einzureichen?**

Die Frist zur Einreichung solcher Änderungen beträgt üblicherweise zwei Monate ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts; weitere Einzelheiten sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

**Wo sind Änderungen einzureichen?**

Unmittelbar beim Internationalen Büro der WIPO, 34, CHEMIN des Colombettes, CH-1211 Genf 20,  
Telefaxnr.: (41-22) 740.14.35

Nähere Hinweise sind den Anmerkungen auf dem Beiblatt zu entnehmen.

2. ☐ Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß kein internationaler Recherchenbericht erstellt wird und daß ihm hiermit die Erklärung nach Artikel 17(2)a) übermittelt wird.

3. ☐ Hinsichtlich des Widerspruchs gegen die Entrichtung einer zusätzlichen Gebühr (zusätzlicher Gebühren) nach Regel 40.2 wird dem Anmelder mitgeteilt, daß

☐ der Widerspruch und die Entscheidung hierüber zusammen mit seinem Antrag auf Übermittlung des Wortlauts sowohl des Widerspruchs als auch der Entscheidung hierüber an die Bestimmungsämter dem Internationalen Büro übermittelt worden sind.

☐ noch keine Entscheidung über den Widerspruch vorliegt; der Anmelder wird benachrichtigt, sobald eine Entscheidung getroffen wurde.

4. **Weiteres Vorgehen:** Der Anmelder wird auf folgendes aufmerksam gemacht:

Kurz nach Ablauf von **18 Monaten** seit dem Prioritätsdatum wird die internationale Anmeldung vom Internationalen Büro veröffentlicht. Will der Anmelder die Veröffentlichung verhindern oder auf einen späteren Zeitpunkt verschieben, so muß gemäß Regel 90<sup>bis</sup> bzw. 90<sup>bis</sup> 3 vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung eine Erklärung über die Zurücknahme der internationalen Anmeldung oder des Prioritätsanspruchs beim Internationalen Büro eingehen.

Innerhalb von **19 Monaten** seit dem Prioritätsdatum ist ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung einzureichen, wenn der Anmelder den Eintritt in die nationale Phase bis zu 30 Monaten seit dem Prioritätsdatum (in manchen Ämtern sogar noch länger) verschieben möchte.

Innerhalb von **20 Monaten** seit dem Prioritätsdatum muß der Anmelder die für den Eintritt in die nationale Phase vorgeschriebenen Handlungen vor allen Bestimmungsämtern vornehmen, die nicht innerhalb von 19 Monaten seit dem Prioritätsdatum in der Anmeldung oder einer nachträglichen Auswahlerklärung ausgewählt wurden oder nicht ausgewählt werden konnten, da für sie Kapitel II des Vertrages nicht verbindlich ist.

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Grace Casuga

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA

Diese Anmerkungen sollen grundlegende Hinweise zur Einreichung von Änderungen gemäß Artikel 19 geben. Diesen Anmerkungen liegen die Erfordernisse des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT), der Ausführungsordnung und der Verwaltungsrichtlinien zu diesem Vertrag zugrunde. Bei Abweichungen zwischen diesen Anmerkungen und obengenannten Texten sind letztere maßgebend. Nähere Einzelheiten sind dem PCT-Leitfaden für Anmelder, einer Veröffentlichung der WIPO, zu entnehmen.

Die in diesen Anmerkungen verwendeten Begriffe "Artikel", "Regel" und "Abschnitt" beziehen sich jeweils auf die Bestimmungen des PCT-Vertrags, der PCT-Ausführungsordnung bzw. der PCT-Verwaltungsrichtlinien.

### HINWEISE ZU ÄNDERUNGEN GEMÄSS ARTIKEL 19

Nach Erhalt des internationalen Recherchenberichts hat der Anmelder die Möglichkeit, einmal die Ansprüche der internationalen Anmeldung zu ändern. Es ist jedoch zu betonen, daß, da alle Teile der internationalen Anmeldung (Ansprüche, Beschreibung und Zeichnungen) während des internationalen vorläufigen Prüfungsverfahrens geändert werden können, normalerweise keine Notwendigkeit besteht, Änderungen der Ansprüche nach Artikel 19 einzureichen, außer wenn der Anmelder z.B. zum Zwecke eines vorläufigen Schutzes die Veröffentlichung dieser Ansprüche wünscht oder ein anderer Grund für eine Änderung der Ansprüche vor ihrer internationalen Veröffentlichung vorliegt. Weiterhin ist zu beachten, daß ein vorläufiger Schutz nur in einigen Staaten erhältlich ist.

#### Welche Teile der internationalen Anmeldung können geändert werden?

Im Rahmen von Artikel 19 können nur die Ansprüche geändert werden.

In der internationalen Phase können die Ansprüche auch nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert (oder nochmals geändert) werden. Die Beschreibung und die Zeichnungen können nur nach Artikel 34 vor der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde geändert werden.

Beim Eintritt in die nationale Phase können alle Teile der internationalen Anmeldung nach Artikel 28 oder gegebenenfalls Artikel 41 geändert werden.

#### Bis wann sind Änderungen einzureichen?

Innerhalb von zwei Monaten ab der Übermittlung des internationalen Recherchenberichts oder innerhalb von sechzehn Monaten ab dem Prioritätsdatum, je nachdem, welche Frist später abläuft. Die Änderungen gelten jedoch als rechtzeitig eingereicht, wenn sie dem Internationalen Büro nach Ablauf der maßgebenden Frist, aber noch vor Abschluß der technischen Vorbereitungen für die internationale Veröffentlichung (Regel 46.1) zugehen.

#### Wo sind die Änderungen nicht einzureichen?

Die Änderungen können nur beim Internationalen Büro, nicht aber beim Anmeldeamt oder der Internationalen Recherchenbehörde eingereicht werden (Regel 46.2).

Falls ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung eingereicht wurde/wird, siehe unten.

#### In welcher Form können Änderungen erfolgen?

Eine Änderung kann erfolgen durch Streichung eines oder mehrerer ganzer Ansprüche, durch Hinzufügung eines oder mehrerer neuer Ansprüche oder durch Änderung des Wortlauts eines oder mehrerer Ansprüche in der eingereichten Fassung.

Für jedes Anspruchsblatt, das sich aufgrund einer oder mehrerer Änderungen von dem ursprünglich eingereichten Blatt unterscheidet, ist ein Ersatzblatt einzureichen.

Alle Ansprüche, die auf einem Ersatzblatt erscheinen, sind mit arabischen Ziffern zu numerieren. Wird ein Anspruch gestrichen, so brauchen die anderen Ansprüche nicht neu numeriert zu werden. Im Fall einer Neunummerierung sind die Ansprüche fortlaufend zu numerieren (Verwaltungsrichtlinien, Abschnitt 205 b)).

Die Änderungen sind in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

#### Welche Unterlagen sind den Änderungen beizufügen?

**Begleitschreiben (Abschnitt 205 b)):**

Die Änderungen sind mit einem Begleitschreiben einzureichen.

Das Begleitschreiben wird nicht zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht. Es ist nicht zu verwechseln mit der "Erklärung nach Artikel 19(1)" (siehe unten, "Erklärung nach Artikel 19(1)").

Das Begleitschreiben ist nach Wahl des Anmelders in englischer oder französischer Sprache abzufassen. Bei englischsprachigen internationalen Anmeldungen ist das Begleitschreiben aber ebenfalls in englischer, bei französischsprachigen internationalen Anmeldungen in französischer Sprache abzufassen.

## ANMERKUNGEN ZU FORMBLATT PCT/ISA/220 (Fortsetzung)

Im Begleitschreiben sind die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen anzugeben. So ist insbesondere zu jedem Anspruch in der internationalen Anmeldung anzugeben (gleichlautende Angaben zu verschiedenen Ansprüchen können zusammengefaßt werden), ob

- i) der Anspruch unverändert ist;
- ii) der Anspruch gestrichen worden ist;
- iii) der Anspruch neu ist;
- iv) der Anspruch einen oder mehrere Ansprüche in der eingereichten Fassung ersetzt;
- v) der Anspruch auf die Teilung eines Anspruchs in der eingereichten Fassung zurückzuführen ist.

Im folgenden sind Beispiele angegeben, wie Änderungen im Begleitschreiben zu erläutern sind:

1. [Wenn anstelle von ursprünglich 48 Ansprüchen nach der Änderung einiger Ansprüche 51 Ansprüche existieren]:  
"Die Ansprüche 1 bis 29, 31, 32, 34, 35, 37 bis 48 werden durch geänderte Ansprüche gleicher Numerierung ersetzt; Ansprüche 30, 33 und 36 unverändert; neue Ansprüche 49 bis 51 hinzugefügt."
2. [Wenn anstelle von ursprünglich 15 Ansprüchen nach der Änderung aller Ansprüche 11 Ansprüche existieren]:  
"Geänderte Ansprüche 1 bis 11 treten an die Stelle der Ansprüche 1 bis 15."
3. [Wenn ursprünglich 14 Ansprüche existierten und die Änderungen darin bestehen, daß einige Ansprüche gestrichen werden und neue Ansprüche hinzugefügt werden]:  
Ansprüche 1 bis 6 und 14 unverändert; Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt. "Oder" Ansprüche 7 bis 13 gestrichen; neue Ansprüche 15, 16 und 17 hinzugefügt; alle übrigen Ansprüche unverändert."
4. [Wenn verschiedene Arten von Änderungen durchgeführt werden]:  
"Ansprüche 1-10 unverändert; Ansprüche 11 bis 13, 18 und 19 gestrichen; Ansprüche 14, 15 und 16 durch geänderten Anspruch 14 ersetzt; Anspruch 17 in geänderte Ansprüche 15, 16 und 17 unterteilt; neue Ansprüche 20 und 21 hinzugefügt."

### "Erklärung nach Artikel 19(1)" (Regel 46.4)

Den Änderungen kann eine Erklärung beigelegt werden, mit der die Änderungen erläutert und ihre Auswirkungen auf die Beschreibung und die Zeichnungen dargelegt werden (die nicht nach Artikel 19 (1) geändert werden können).

Die Erklärung wird zusammen mit der internationalen Anmeldung und den geänderten Ansprüchen veröffentlicht.

Sie ist in der Sprache abzufassen, in der die internationale Anmeldung veröffentlicht wird.

Sie muß kurz gehalten sein und darf, wenn in englischer Sprache abgefaßt oder ins Englische übersetzt, nicht mehr als 500 Wörter umfassen.

Die Erklärung ist nicht zu verwechseln mit dem Begleitschreiben, das auf die Unterschiede zwischen den Ansprüchen in der eingereichten Fassung und den geänderten Ansprüchen hinweist, und ersetzt letzteres nicht. Sie ist auf einem gesonderten Blatt einzureichen und in der Überschrift als solche zu kennzeichnen, vorzugsweise mit den Worten "Erklärung nach Artikel 19 (1)".

Die Erklärung darf keine herabsetzenden Äußerungen über den internationalen Recherchenbericht oder die Bedeutung von in dem Bericht angeführten Veröffentlichungen enthalten. Sie darf auf im internationalen Recherchenbericht angeführte Veröffentlichungen, die sich auf einen bestimmten Anspruch beziehen, nur im Zusammenhang mit einer Änderung dieses Anspruchs Bezug nehmen.

### Auswirkungen eines bereits gestellten Antrags auf internationale vorläufige Prüfung

Ist zum Zeitpunkt der Einreichung von Änderungen nach Artikel 19 bereits ein Antrag auf internationale vorläufige Prüfung gestellt worden, so sollte der Anmelder in seinem Interesse gleichzeitig mit der Einreichung der Änderungen beim Internationalen Büro auch eine Kopie der Änderungen bei der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde einreichen (siehe Regel 62.2 a), erster Satz).

### Auswirkungen von Änderungen hinsichtlich der Übersetzung der internationalen Anmeldung beim Eintritt in die nationale Phase

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß bei Eintritt in die nationale Phase möglicherweise anstatt oder zusätzlich zu der Übersetzung der Ansprüche in der eingereichten Fassung eine Übersetzung der nach Artikel 19 geänderten Ansprüche an die bestimmten/ausgewählten Ämter zu übermitteln ist.

Nähere Einzelheiten über die Erfordernisse jedes bestimmten/ausgewählten Amts sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Postfach 22 16 3  
D-80506 München  
ALLEMAGNE

CT IPS AM Mch P/Ri

Eing. 08. Aug. 2001

GR  
Frist

19.08.01

## PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG  
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN  
PRÜFUNGSBERICHTS  
(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

07.08.2001

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
1999P01665WO

### WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE99/03377

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)  
21/10/1999

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)  
19/04/1999

Anmelder

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.

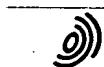
1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.
4. **ERINNERUNG**

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde



Europäisches Patentamt  
D-80298 München  
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d  
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Poquet Oliver, R

Tel. +49 89 2399-2911



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 1999P01665WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03377	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 21/10/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 19/04/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04R7/04		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  08/11/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  07.08.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Ernst, C  Tel. Nr. +49 89 2399 8958  

**I. Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):  
**Beschreibung, Seiten:**

5	ursprüngliche Fassung	
1,2,2a-2c,3,4, 6-10	mit Telefax vom	13/07/2001

**Patentansprüche, Nr.:**

1-8	mit Telefax vom	13/07/2001
-----	-----------------	------------

**Zeichnungen, Blätter:**

1/1	ursprüngliche Fassung
-----	-----------------------

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE99/03377

Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:
- ☐ Ansprüche,      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-8
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**Punkt V**

**Anspruch 1**

Anspruch 1 offenbart ein Verfahren zum Betreiben eines Flächenlautsprechers. Aus dem Stand der Technik wie z.B. D1 ist zwar bereits bekannt, daß die Frequenzkurve gemessen und ihrer inversen Frequenzkurve ermittelt wird, daß anschließend die inverse Frequenzkurve in einer Filtereinrichtung gespeist wird, um die nicht linearen Verzerrungen zu kompensieren.

Im Stand der Technik gemäß z.B. D1 wird jedoch diese Technik nur in Verbindung mit Hohlraumresonatoren oder Lautsprecher gebracht, wobei die flache Lautsprecherbox aus einer Rückwand mit Seitenstreifen besteht, über die eine Membrane gespannt ist. Beim beanspruchten Verfahren handelt es sich um einen Flächenlautsprecher, bei dem mindestens eine Schwingspule auf eine plattenförmige Fläche mit vorbestimmten Materialeigenschaften aufgebracht ist, über die durch eine Schallquelle elektrisch angeregte Schwingspule zum Schwingen angeregt Schall abgestrahlt wird. Bei dieser Art von Lautsprecher bildet sich eine stehende Welle über der plattenförmigen Fläche aus, die durch die Materialeigenschaften -Gestalt, Abmessungen, und Material- der Platte charakterisiert ist.

Beim aus dem Recherchen Bericht bekannten Stand der Technik gibt es kein Hinweis auf eine mögliche oder hypothetische Anwendung für Flächenlautsprecher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Daher ist es für den einschlägigen Fachmann nicht naheliegend, die Kompensationstechnik von Volumensystemen auf Flächensysteme zu übertragen. Somit erfüllt der Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

**Ansprüche 2 und 3**

Diese abhängigen Ansprüche offenbaren weitere Schritte des Verfahrens gemäß dem Anspruch 1. Somit erfüllen sie in Kombination mit dem Anspruch 1 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

**Anspruch 4**

Die Feststellungen gegenüber dem Verfahrensanspruch 1 übertragen sich ohne weiteres auf den Vorrichtungsanspruch 5.

Somit erfüllt der Anspruch 5 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.

Ansprüche 6 - 8

Diese abhängigen Ansprüche offenbaren weitere Merkmale der Vorrichtung gemäß dem Anspruch 5. Somit erfüllen sie in Kombination mit dem Anspruch 5 die Erfordernisse der Artikeln 33(2) und 33(3) PCT.